

54 – Fenómenos, Magnitudes y Leyes fundamentales de los circuitos eléctricos en corriente continua y alterna

ÍNDICE

0. Introducción

1. Fenómenos

1.1. Fenómenos

2. Magnitudes

2.1. Diferencia de potencial o Tensión eléctrica

2.2. Intensidad de corriente eléctrica

2.3. Fuerza electromotriz

2.4. Resistencia eléctrica

2.5. Capacidad de un condensador

2.6. Potencia eléctrica

2.7. Energía eléctrica

2.8. Intensidad de corriente senoidal

2.9. Tensión senoidal

2.10. Período y frecuencia

2.11. Tensiones e intensidades medias y eficaces de la corriente alterna

2.12. Coeficiente de autoinducción

2.13. Resistencia capacitiva

2.14. Resistencia inductiva

2.15. Impedancia

2.16. Admitancia

3. Leyes Fundamentales

3.1. Ley de Ohm

3.2. Ley de Joule

3.3. Leyes de Kirchoff

0. INTRODUCCIÓN

Se denomina circuito eléctrico al camino recorrido por la electricidad dinámica o en movimiento.

En todo circuito eléctrico existen tres elementos fundamentales, a saber: el generador, el receptor y los conductores que unen a los dos elementos mencionados, a través de los cuales tiene lugar el paso o circulación de la electricidad producida por el generador y absorbida o gastada por el receptor.

Cuando la electricidad se mueve a lo largo de un circuito eléctrico, se producen fenómenos, cuyo estudio ha de tener en cuenta magnitudes y unidades eléctricas.

1. FENÓMENOS

1.1. Fenómenos

El paso de una corriente eléctrica a través de un conductor produce una serie de fenómenos fáciles de apreciar cuando la diferencia de potencial entre los extremos del conductor permanece durante un tiempo adecuado para ello, y la corriente a través del conductor es lo suficientemente intensa para producir dichos fenómenos. Estos fenómenos son los siguientes:

a) Efectos Magnéticos

En la experiencia de Oersted se sitúa un hilo conductor por encima de una aguja imanada y móvil alrededor de un eje central. Cuando por el hilo circula una corriente eléctrica I , la aguja gira y después de una cierta cantidad de oscilaciones amortiguadas, toma una nueva orientación, la del campo magnético producido por el paso de la corriente I .

En la experiencia de Rowland, dos conductores anulares C_1 y C_2 de igual eje, son conectados a un generador S que proporciona cargas de distinto signo a cada uno de ellos. El conductor anular C_2 puede girar a gran velocidad alrededor de su eje. Con ello se puede demostrar la presencia de un campo magnético producido por una corriente de convección, es decir, por el desplazamiento de un cuerpo electrizado puesto en movimiento.

b) Efectos térmicos

El efecto más importante es el efecto Joule, el cual se manifiesta por un desprendimiento de calor en todo conductor por el que circule una corriente eléctrica. Este desprendimiento de calor es causado por el choque de partículas electrizadas en movimiento con las partículas del medio conductor.

c) Efectos químicos

El paso de la corriente eléctrica a través de dos hilos de platino en una solución de cloruro cúprico (Cu_2Cl_2) en agua, produce una descomposición química, la cual recibe el nombre de electrólisis. La corriente alterna no es aplicable a la electrólisis.

d) Efectos luminosos

Este fenómeno se produce al paso de la corriente eléctrica a través de un gas, como por ejemplo el gas neón. También se manifiesta ese fenómeno en el arco eléctrico, en el aumento de la temperatura de un conductor a causa del efecto Joule, etc.

e) Efectos biológicos

El paso de la corriente eléctrica a través de los seres vivos produce en los mismos quemaduras, coagulaciones, electrocuciones, etc. de mayor o menor gravedad según sea la intensidad que circule por el organismo. Estos daños son causados por el efecto Joule y por efectos químicos.

2. MAGNITUDES

2.1. Diferencia de potencial o Tensión eléctrica

La diferencia de potencial $V_b - V_a$ es el valor negativo del trabajo por unidad de carga realizado por el campo eléctrico sobre una carga testigo positiva cuando ésta se desplaza del punto a al punto b .

La unidad de la diferencia de potencial es el voltio (V). Y el aparato que mide la d.d.p. es el voltímetro.

2.2. Intensidad de corriente eléctrica

Es la cantidad de electricidad que recorre un circuito eléctrico en la unidad de tiempo, o sea, en un segundo. La unidad de corriente eléctrica es el amperio (A), que es la intensidad de una corriente que transporta en cada segundo un culombio de cantidad de electricidad. Para medir la intensidad de corriente se emplea el amperímetro.

2.3. Fuerza electromotriz

La fuerza capaz de mantener los electrones en movimiento en un circuito recibe el nombre de fuerza electromotriz (f.e.m.), y únicamente la poseen los diversos tipos de generadores eléctricos. Esta es de la misma naturaleza que la d.d.p. y se mide en Voltios.

Todo generador real tiene una resistencia interna; por este motivo, su fuerza electromotriz coincide con la tensión medida entre sus bornes solamente cuando funciona en vacío, es decir, cuando está desconectado del resto del circuito.

2.4. Resistencia eléctrica

a) Resistividad

Recibe el nombre de resistividad de una sustancia el valor de la resistencia de un cilindro de esa sustancia que tiene un milímetro cuadrado de sección y un metro de longitud. Se representa por “ ρ ”.

b) Resistencia de un conductor

La resistencia de un conductor depende, en primer lugar, de la sustancia que lo constituye. Por otra parte, también depende de su longitud, en metros, y de su sección en milímetros cuadrados. Su unidad es el ohmio.

$$R = \rho \frac{L}{S} [\Omega]$$

c) Conductancia

La conductancia de un conductor está definida como el valor inverso de la resistencia.

d) Influencia de la temperatura en la resistencia

Experimentalmente se puede comprobar que la resistencia de un conductor aumenta cuando se eleva su temperatura. Este aumento de temperatura es constante y lineal y recibe el nombre de Coeficiente de Temperatura “ α ”.

e) Valor de la resistencia a una temperatura dada.

Conocido el coeficiente de temperatura de un conductor, se puede determinar la resistencia del mismo para cualquier temperatura si se conoce previamente el valor de su resistencia a 20° C.

$$R = R_{20}(1 + \alpha(t - 20))$$

2.5. Capacidad de un condensador

Se denomina capacidad de un condensador a la aptitud del sistema de sus dos conductores, separados por un aislante, para acumular cargas eléctricas.

La capacidad C de un condensador es de un valor igual a la relación que existe entre la cantidad de electricidad Q en él almacenada y la diferencia de tensión eléctrica y existente entre sus armaduras:

$$C = \frac{Q}{V}$$

La unidad de capacidad es el faradio (F), que es la capacidad de un condensador que almacena una cantidad de electricidad igual a un culombio cuando entre sus armaduras existe una diferencia de potencial de un voltio.

La capacidad de un condensador depende: directamente de la superficie de las armaduras, inversamente proporcional al espesor del dieléctrico y finalmente del material que constituye el dieléctrico.

2.6. Potencia eléctrica

La potencia absorbida por cualquier porción de un circuito sobre los puntos a y b está dada por:

$$P = I \cdot V_{ab}$$

La potencia se expresa en vatios cuando I se mide en amperios y V en voltios. La ecuación es independiente de la naturaleza del circuito comprendido entre a y b; esto es, el circuito puede componerse de resistencias, motores, baterías, etc., dispuestos de cualquier modo.

2.7. Energía eléctrica

Para establecer el trabajo desarrollado por un aparato o máquina, es necesario conocer, además de la potencia, el tiempo durante el cual ha actuado.

$$W = P \cdot t = V \cdot I \cdot t$$

2.8. Intensidad de corriente senoidal

Es una corriente eléctrica cuya intensidad i varía con el tiempo de la siguiente forma:

$$i = I_m \sin(\omega t \pm \Psi)$$

Siendo I_m el valor máximo de la corriente, ωt la pulsación angular, velocidad con que cambia la función y Ψ el ángulo de desfase.

2.9. Tensión senoidal

De la misma forma que la corriente tenemos la tensión senoidal con los mismos valores:

$$v = I_m \sin(\omega t \pm \Psi)$$

2.10. Período y frecuencia

Período es el tiempo invertido para que la intensidad de una corriente alterna tenga por dos veces consecutivas el mismo valor y el mismo sentido. Se representa por T y se mide en segundos.

Frecuencia es el número de ciclos que realiza la corriente alterna en un segundo. Se representa por f y su unidad es el hertzio (Hz). La corriente alterna industrial en España tiene una frecuencia de 50 Hz.

El periodo y la frecuencia son conceptos inversos, por lo que están relacionados por la expresión:

$$f = \frac{1}{T}$$

2.11. Tensiones e intensidades medias y eficaces de la corriente alterna

Tanto el valor de la tensión como el de la intensidad de corriente, varían constantemente, por lo que es necesario conocer los valores medios de los mismos en medio período:

$$I_{med} = 2 \frac{I_m}{\pi}$$

En una corriente alterna se llama valor eficaz de la intensidad, a la intensidad que debería tener una corriente continua para desarrollar en un conductor el mismo número de calorías que en el mismo desarrolle la corriente alterna, en igualdad de circunstancias.

$$I = \frac{I_M}{\sqrt{2}}$$

Por analogía, se toma como valores de tensión media y eficaz, las mismas ecuaciones.

2.12. Coeficiente de autoinducción

Se denomina coeficiente de autoinducción a la relación entre el flujo total creado por la corriente (suma de los flujos que atraviesan sus espiras) y la corriente que los creó.

2.13. Resistencia capacitiva

Es la resistencia que presenta un condensador cuando a través de él pasa una corriente eléctrica a una determinada frecuencia:

$$X_c = \frac{1}{\omega C} [\Omega]$$

2.14. Resistencia inductiva

La reactancia inductiva es una medida de la oposición que una autoinducción ofrece a que una tensión alterna aplicada mantenga una corriente.

$$X_L = \omega L [\Omega]$$

2.15. Impedancia

La impedancia Z, se puede considerar como una medida de la oposición conjunta que una tensión alterna senoidal encuentra en establecer una corriente en un circuito que contiene resistencia óhmica, autoinducción y capacidad en serie. Se define el módulo de la impedancia como:

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}$$

Expresándolo de forma compleja observamos que la impedancia consta de dos partes; parte real R (resistencia óhmica) y parte imaginaria X (reactancia). Expresado en forma compleja:

$$Z = R + jX = R + j \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right) \quad \text{tg} \alpha = \frac{X}{R}$$

2.16. Admitancia

Se define la admitancia como:

$$Y = \frac{1}{Z} = G + jB = \frac{R}{R^2 + X^2} - j \frac{X}{R^2 + X^2}$$

Donde la parte real G se llama Conductancia y la parte imaginaria B se llama Susceptancia.

3. LEYES FUNDAMENTALES

3.1. Ley de Ohm

a) Generalidades

Si dos cuerpos, entre los cuales existe una tensión eléctrica, son puestos en comunicación eléctrica mediante un cuerpo conductor, este es recorrido por una corriente eléctrica.

Así, pues, para que exista una corriente eléctrica, son necesarias y suficientes las dos condiciones siguientes: Una diferencia de potencial o tensión la cual pone en movimiento a la electricidad y un circuito eléctrico que, sin interrupción alguna, ponga en comunicación los dos puntos entre los cuales existe la diferencia de potencial, permitiendo así la circulación de la intensidad a lo largo del mismo.

b) Ley de Ohm

La intensidad de corriente que recorre un circuito eléctrico es directamente proporcional a la tensión aplicada entre sus extremos e inversamente proporcional a la resistencia de dicho circuito.

$$I = \frac{V}{R}$$

3.2. Ley de Joule

El roce de la corriente eléctrica con los átomos produce un calentamiento del material; por ello, todos los materiales conductores recorridos por una corriente eléctrica se calientan y aumentan su temperatura.

La expresión matemática de esta ley es:

$$Q = (V_a - V_b) \cdot I \cdot t \cdot 0,24$$

3.3. Leyes de Kirchhoff**a) Generalidades**

Para enunciar las leyes de Kirchhoff es necesario definir los siguientes conceptos:

Nudo. Se da este nombre a cualquier punto donde se reúnen más de dos conductores.

Rama. Recibe este nombre toda porción de circuito comprendida entre dos nudos vecinos cualesquiera.

Malla o circuito cerrado. Es el conjunto de ramas que pueden ser recorridas de forma que, partiendo de un nudo cualquiera, se llega nuevamente al mismo, bien entendido que no se ha de pasar dos veces por el mismo nudo o la misma rama.

b) Primera ley de Kirchhoff

En todo nudo de conductores la suma de las intensidades de las corrientes que a él llegan es igual a la suma de las intensidades de las corrientes que salen de él.

c) Segunda ley de Kirchhoff

En todo circuito cerrado o malla de corrientes, la diferencia del conjunto de f.e.m. horarias y antihorarias es exactamente igual a la diferencia de las caídas de tensión horarias y antihorarias.